

PENGARUH JUMLAH KENDARAAN DAN FAKTOR METEOROLOGIS (SUHU, KECEPATAN ANGIN) TERHADAP PENINGKATAN KONSENTRASI GAS PENCEMAR CO, NO₂, DAN SO₂ PADA PERSIMPANGAN JALAN KOTA SEMARANG (STUDI KASUS JALAN KARANGREJO RAYA, SUKUN RAYA, DAN NGESREP TIMUR V)

Elaeis Noviani R*, Kiki Ramayana L. Tobing, Ita Tetriana A, Titik Istirokhatun

TeknikLingkungan, FakultasTeknik, UniversitasDiponegoro,
Jalan Prof. Soedharto, SH., Semarang, Indonesia

**Email : elaeisnoviani@gmail.com*

Abstrak

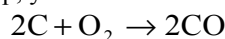
Jalan Ngesrep Timur V, Jalan Sukun Raya dan Jalan Karangrejo Raya Kota Semarang adalah jalan yang terletak di persimpangan yang terdapat di kecamatan Banyumanik yang merupakan jalan kolektor yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan sedang, kecepatan rata-rata yang sedang dan jumlah jalan masuk yang dibatasi. Jalan Karangrejo Raya dan jalan Sukun Raya dialokasikan sebagai pusat aktivitas dan aglomerasi penduduk seiring dengan bermuncunya fasilitas perdagangan dan perumahan baru, sedangkan jalan Ngesrep Timur V dialokasikan sebagai fasilitas pendidikan karena adanya 3 perguruan tinggi yang cukup ternama di kawasan ini yaitu Universitas Diponegoro, Politeknik Negeri Semarang dan Politeknik Kesehatan Semarang. Semakin hari jumlah kendaraan yang melintasi Jalan Ngesrep Timur V, Jalan Sukun Raya dan Jalan Karangrejo Raya semakin meningkat, yang dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran udara akibat kendaraan bermotor yang lalu lalang di jalan tersebut terutama gas pencemar CO, SO₂, dan NO₂ yang berasal dari aktivitas kendaraan bermotor. Hal ini menjadi latar belakang untuk diadakannya penelitian guna mengetahui besar konsentrasi gas pencemar di ketiga jalan tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah pengambilan sampel secara langsung di lokasi pada saat jam padat kendaraan yaitu pada pagi hari (07.00-08.00), siang hari (13.00-14.00), dan sore hari (16.00-17.00) selama 12 hari masing-masing 3 hari berturut-turut di Jalan Karangrejo Raya, Jalan Sukun Raya, dan Jalan Ngesrep Timur V dan 3 hari sisanya membandingkan kedua jalan, dimulai dari Jalan Karangrejo Raya dan Sukun Raya, Jalan Karangrejo Raya dan Ngesrep Timur V, dan Jalan Sukun Raya dan Ngesrep Timur V. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisa, konsentrasi CO di jalan Karangrejo Raya berkisar antara 8-14ppm, konsentrasi CO di jalan Sukun Raya berkisar 8-17ppm, dan konsentrasi CO di jalan Ngesrep Timur V 8-19ppm. Hal ini menunjukkan konsentrasi CO di ketiga jalan berada di atas baku mutu. Sedangkan konsentrasi NO₂ di Jalan Karangrejo Raya berkisar antara 0,7-4,2µg/Nm³, konsentrasi NO₂ di Jalan Sukun Raya berkisar antara 1,0-4,1µg/Nm³, dan konsentrasi NO₂ di Jalan Ngesrep Timur V berkisar antara 0,2-1,7µg/Nm³. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NO₂ di ketiga jalan berada jauh dibawah baku mutu. Hasil statistik menunjukkan bahwa jumlah kendaraan dan faktor meteorologis seperti, suhu, kecepatan angin mempengaruhi konsentrasi CO, NO₂. Selanjutnya untuk konsentrasi SO₂ yang berada di Jalan Karangrejo Raya berkisar 14-21,1 µg/Nm³, untuk Jalan Sukun Raya sebesar 14-18,8 µg/Nm³ dan konsentrasi SO₂ yang terukur di Jalan Ngesrep Timur V yaitu 0,4-6,1 µg/Nm³.

1. Pendahuluan

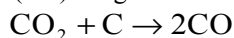
Udara merupakan salah satu unsur penting dalam kehidupan, namun seiring dengan meningkatnya transportasi terutama transportasi darat kualitas udara telah mengalami perubahan. Jalan Raya dan lampu lalu lintas merupakan salah satu contoh sarana dan prasarana dari transportasi darat. Pada umumnya lampu lalu lintas terletak di persimpangan jalan. Saat lampu lalu lintas menyala merah terdapat antrian kendaraan bermotor yang memungkinkan terjadi peningkatan konsentrasi pencemar karena pada kondisi tersebut terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Gas pembakaran yang dihasilkan dari pembakaran tersebut antara lain CO, NO₂ dan SO₂.

2. Dasar Teori Karbon Monoksida (CO)

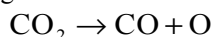
Karbon monoksida (CO) merupakan pencemar udara yang paling besar dan umum yang dijumpai. Sebagian besar CO terbentuk akibat proses pembakaran bahan-bahan karbon yang digunakan sebagai bahan bakar, secara tidak sempurna. Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadi melalui beberapa tahap, yaitu :



Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi dapat menghasilkan karbon monoksida (CO) dengan reaksi sebagai berikut:

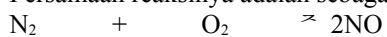


Karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (CO) terdapat pada keadaan ekuilibrium pada suhu tinggi dengan reaksi sebagai berikut:



Nitrogen Dioksida (NO_2)

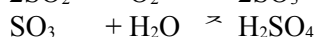
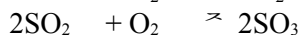
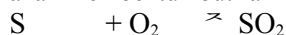
NO_x adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari NO dan NO_2 . NO_2 mempunyai warna coklat kemerahan dan berbau tajam. Pembentukan NO dan NO_2 mencakup reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, kemudian reaksi selanjutnya antara NO dengan lebih banyak oksigen membentuk NO_2 . Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut :



Konsentrasi NO_2 di udara di daerah perkotaan biasanya 10-100 kali lebih tinggi daripada di udara di daerah pedesaan. Konsentrasi NO_2 di udara di daerah perkotaan dapat mencapai 0,5 ppm.

Sulfur Dioksida (SO_2)

Sulfur Dioksida (SO_2) suatu senyawa yang tidak berwarna, tidak dapat menyala, tidak mudah terbakar dan memiliki bau yang dapat mengganggu pernafasan. SO_2 berasal dari sumber alamiah maupun sumber buatan. Sumber SO_2 alamiah berasal dari gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba dan reduksi sulfat secara biologis. Sedangkan sumber SO_2 secara buatan berasal dari pembakaran BBM dan bati bara yang mengandung sulfur tinggi. SO_2 di udara akan membentuk SO_3 karena adanya sinar matahari atau radiasi sinar ultra violet pada daerah spektrum 300-400 nm. Reaksi ini dipacu dengan adanya HC dan NO_2 . SO_3 di udara lembab akan membentuk butiran-butiran asam sulfat.



3. Metode

Tanggal Penelitian : 19-31 Agustus 2013

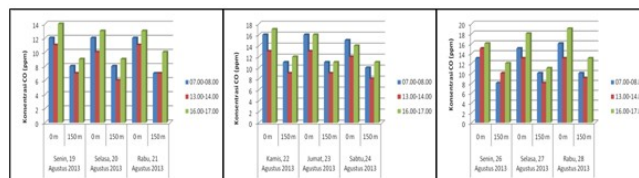
Waktu Penelitian : Pagi hari (07.00-08.00)
Siang hari (13.00-14.00)
Sore hari (16.00-17.00)

Lokasi Penelitian : Jl. Karangrejo Raya
Jl. Sukun Raya
Jl. Ngesrep Timur V

Tabel 1 : Metode Tiap Parameter Pencemar

| Paramater | Metode |
|-----------|------------------------|
| CO | CO meter digital |
| NO2 | Metode Griess Saltzman |
| SO2 | Metode Pararosanilin |

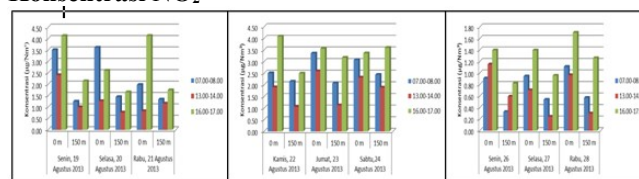
4. Hasil Dan Pembahasan Konsentrasi CO



Gambar 1 Konsentrasi CO

Pada gambar 1 dapat dilihat konsentrasi CO di ketiga jalan. Di jalan Karangrejo Raya konsentrasi CO tertinggi yaitu pada lampu merah terjadi pada hari Senin pukul 16.00-17.00 sebesar 14 ppm, dan untuk konsentrasi terendah pada hari Selasa pukul 13.00-14.00 yaitu 150 m dari lampu merah sebesar 10 ppm. Di jalan Sukun Raya konsentrasi CO tertinggi yaitu pada lampu merah terjadi pada hari Kamis pukul 16.00-17.00 sebesar 17 ppm, dan konsentrasi terendah yaitu pada jarak 150 m dari lampu merah sebesar 8 ppm pada hari Sabtu pukul 13.00-14.00. Sedangkan di jalan Ngesrep Timur V konsentrasi CO tertinggi yaitu pada lampu merah terjadi pada hari Rabu pukul 16.00-17.00 sebesar 19 ppm, dan konsentrasi terendah sebesar 8 ppm pada hari Senin pukul 07.00-08.00.

Konsentrasi NO_2

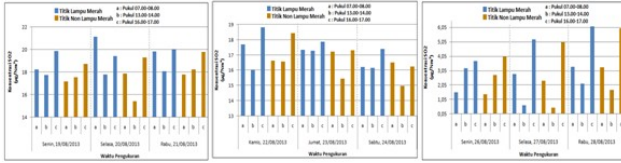


Gambar 2 Konsentrasi NO_2

Pada gambar 2 menunjukkan konsentrasi NO_2 di ketiga jalan. Di jalan Karangrejo Raya konsentrasi NO_2 tertinggi yaitu pada lampu merah terjadi pada hari Rabu pukul 16.00-17.00 sebesar 4,124 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan untuk konsentrasi terendah pada hari Selasa pukul 13.00-14.00 yaitu 150 m dari lampu merah sebesar 0,764 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Di jalan Sukun Raya konsentrasi NO_2 tertinggi yaitu pada lampu merah terjadi pada hari Kamis pukul 16.00-17.00 sebesar 4,082 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dan konsentrasi terendah yaitu pada jarak 150 m dari lampu merah sebesar 1,056 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada hari Kamis pukul 13.00-14.00. Sedangkan di jalan Ngesrep Timur V konsentrasi NO_2 tertinggi yaitu pada lampu merah terjadi pada hari Rabu pukul 16.00-17.00 sebesar 1,700 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$,

dan konsentrasi terendah sebesar $0,244 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada hari Selasa pukul 13.00-14.00 di titik 150 m dari lampu merah.

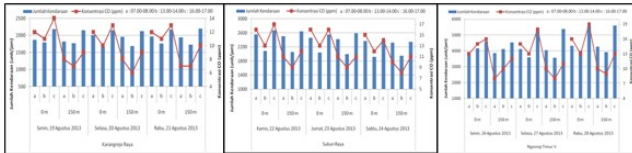
Konsentrasi SO_2



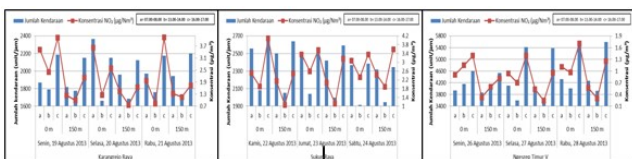
Gambar 3 Konsentrasi SO_2

Berdasarkan gambar 3 dapat dilihat konsentrasi SO_2 di ketiga jalan. Di Jalan Karangrejo Raya konsentrasi SO_2 tertinggi sebesar $21,150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada hari Selasa saat pagi hari (07.00-08.00) sedangkan konsentrasi SO_2 terendah terjadi pada hari yang sama pula di titik non lampu merah dengan konsentrasi SO_2 sebesar $15,412 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Selanjutnya pada Jalan Sukun Raya dapat dilihat konsentrasi SO_2 terbesar terjadi pada hari Kamis dengan nilai konsentrasi SO_2 yaitu $18,805 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Pada Jalan Ngesrep Timur V dapat dilihat bahwa konsentrasi SO_2 terbesar terjadi saat hari Rabu pada sore hari dengan nilai konsentrasi SO_2 yang terukur $6,142 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Sedangkan konsentrasi SO_2 terendah yang terukur hanya sebesar $0,477 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dimana ini terjadi pada hari Selasa saat siang hari.

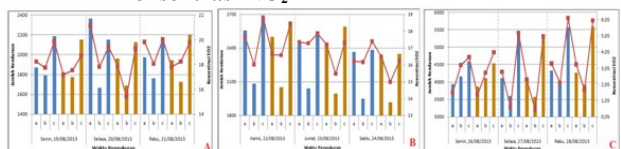
Jumlah Kendaraan



Gambar 4 Grafik Hubungan Jumlah Kendaraan terhadap Konsentrasi CO



Gambar 5 Grafik Hubungan Jumlah Kendaraan terhadap Konsentrasi NO_2



Gambar 6 Grafik Hubungan Jumlah Kendaraan terhadap Konsentrasi SO_2

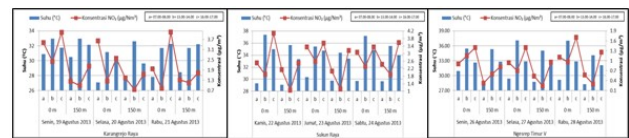
Berdasarkan gambar 4, gambar 5 dan gambar 6 dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan berbanding lurus dengan konsentrasi pencemar (CO , NO_2 dan SO_2) yang

dihasilkan. Hal ini berarti semakin banyak jumlah kendaraan yang melintasi lokasi sampling maka konsentrasi pencemar (CO , NO_2 dan SO_2) semakin besar pula. Selain itu menurut Soedomo (2001) mengatakan bahwa transportasi merupakan sumber pencemar udara terbesar yang terjadi di kota-kota besar.

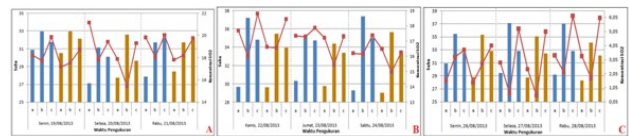
Suhu



Gambar 7 Grafik Hubungan Suhu terhadap Konsentrasi CO



Gambar 8 Grafik Hubungan Suhu terhadap Konsentrasi NO_2



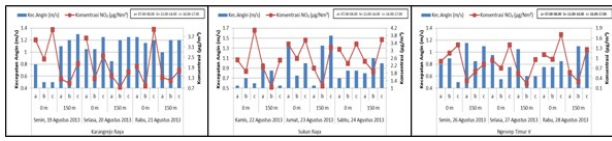
Gambar 9 Grafik Hubungan Suhu terhadap Konsentrasi SO_2

Berdasarkan gambar 7, gambar 8 dan gambar 9 dapat dilihat bahwa suhu berbanding terbalik dengan konsentrasi pencemar (CO , NO_2 dan SO_2) yang dihasilkan yang berarti semakin tinggi suhu udara maka konsentrasi pencemar (CO , NO_2 dan SO_2) semakin rendah. Hal ini disebabkan pada suhu udara tinggi membuat densitas udara di permukaan bumi menjadi lebih rendah daripada udara di atasnya sehingga menyebabkan terjadinya aliran konveksi keatas yang membawa berbagai polutan sehingga menyebabkan konsentrasi polutan menjadi lebih rendah.

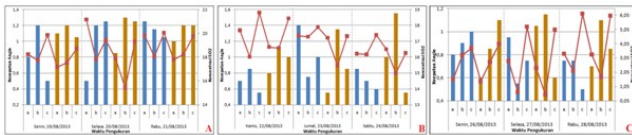
Kecepatan Angin



Gambar 10 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi CO



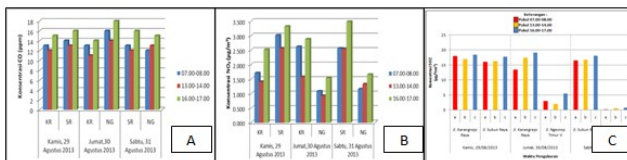
Gambar 11 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi NO₂



Gambar 12 Grafik Hubungan Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi SO₂

Angin adalah pergerakan udara yang diakibatkan oleh adanya tekanan udara yang bergerak dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah. Ketika kecepatan angin tinggi dan suhu stabil, maka penyebaran polutan lebih cepat terjadi dan konsentrasi polutan tidak menumpuk di sekitar sumber emisi suatu tempat. Dapat dilihat pada gambar 10, gambar 11 dan gambar 12 bahwa kecepatan angin berbanding terbalik dengan konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂) yang dihasilkan. Hal ini berarti semakin besar kecepatan angin yang berhembus maka konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂) akan semakin kecil, karena konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂) terdispersi ke segala arah.

Konsentrasi CO, NO₂ dan SO₂ pada Saat Perbandingan



Gambar 13 Hasil Perbandingan Konsentrasi (A) CO, (B) NO₂, (C) SO₂ di Jalan Karangrejo Raya, Jalan Sukun Raya dan Jalan Ngesrep Timur V

Berdasarkan gambar 13 dapat dilihat konsentrasi CO tertinggi berada di Jalan Ngesrep Timur V. Hal ini dikarenakan jumlah kendaraan yang melintasi Jalan Ngesrep Timur V jauh lebih banyak dibandingkan di Jalan Karangrejo Raya dan Jalan Sukun Raya. Konsentrasi NO₂ terbesar terjadi di Jalan Sukun Raya. Ini disebabkan karena pergerakan angin yang terjadi di Jalan Sukun Raya tidak terlalu besar selain itu lokasi sampling saat di Jalan Sukun Raya dekat dengan SPBU sehingga polutan yang berasal dari SPBU ikut terjebak dalam *impinger*.

Konsentrasi SO₂ terbesar terjadi di Jalan Karangrejo Raya

karena pada jalan ini jenis kendaraan yang melintas lebih banyak kendaraan yang berbahan bakar solar. Berdasarkan BPLHD Propinsi DKI Jakarta, kendaraan bermotor yang berbahan bakar solar kontribusi SO₂ lebih besar yaitu sebanyak 85% dibandingkan dengan kendaraan bermotor yang berbahan bakar bensin yaitu hanya sebesar 15%.

5. Kesimpulan

1. Jumlah Kendaraan berbanding lurus dengan konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂).
2. Suhu dan kecepatan angin berbanding terbalik dengan konsentrasi pencemar (CO, NO₂ dan SO₂).
3. Saat perbandingan konsentrasi CO terbesar terjadi di Jalan Ngesrep Timur V, konsentrasi NO₂ tertinggi berada di Jalan Sukun Raya dan konsentrasi SO₂ terbesar terjadi saat di Jalan Karangrejo Raya.

Referensi

- [1] Agifrilicia, Farraditta. 2009. *Analisis Hubungan Jumlah Antrian Kendaraan Bermotor terhadap Konsentrasi Gas CO pada Salah Satu Lengan Persimpangan Jalan Setiabudi Kota Semarang*. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP: Semarang
- [2] Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius: Yogyakarta
- [3] Febriyanti, Renta. 2011. *Analisis Pengaruh Umur Mesin dan Periode Servis terhadap Konsentrasi Nitrogen Oksida (NO_x) (Studi Kasus: Motor Matic Merek Honda Vario)*. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP: Semarang
- [4] Huboyo, Haryono S dan M Arief Budihardjo. 2008. *Buku Ajar Mata Kuliah Pencemaran Udara*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Diponegoro.
- [5] Peavy, Howard S, 1985. *Environmental Engineering*. Singapore : Mc Graw Hill Co.
- [6] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang *Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*.
- [7] Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang *Pengendalian Pencemaran Udara*
- [8] Purwani, Ari. 2004. *Studi Pengaruh Umur Mesin, Jarak Tempuh, dan Perawatan Kendaraan Bermotor Roda Empat Berbahan Bakar Bensin Terhadap Konsentrasi Emisi CO (Studi Kasus: Kendaraan Instansi Kota Semarang)*. Laporan Tugas Akhir. Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP: Semarang
- [9] Soedomo, Mustikahadi. 2001. *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*. Penerbit ITB: Bandung
- [10] Soemirat, Juli. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

- [11] Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset: Yogyakarta